

LAPORAN PENELITIAN

**PEMANFAATAN BLOTONG MENJADI
BAHAN BAKAR CAIR DAN ARANG DENGAN
PROSES PIROLISIS**



Oleh
Ir. Elykurniati, MT

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL
"VETERAN" JAWA TIMUR
2009**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah yang Maha Kuasa, atas limpahan rahmad Nya, sehingga dapat diselesaikan penelitian tentang Pemanfaatan Blotong Menjadi Bahan Bakar Cair dan Arang dengan Proses Pirolisis. Tujuan penelitian untuk untuk menentukan kondisi proses pirolisis yang optimal agar diperoleh bahan bakar cair dan arang blotong yang maksimum.

Penelitian ini sebagai salah satu wujud Tridharma bagi Progdil Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, UPN"Veteran" Jawa Timur

Dapat diselesaikannya tugas penelitian ini tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dari semua pihak, maka pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya .

Semoga hasil penelitian ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, Oktober 2009

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
ABSTRAK	iv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Umum	6
2.1.1. Blotong.....	10
2.1.2. Proses Pirolisis.....	12
2.2. Landasan Teori.....	13
2.3. Hipotesa	17
 BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN	
3.1. Bahan Yang Digunakan	18
3.2. Mat – Mat Yang Digunakan	18
3.3. Variabel Penelitian	18
3.3.1. Variabel Tetap	18
3.3.2. Variabel Berubah	19
3.4. Diagram alir penelitian	19
3.5. Gambar Susunan Alat	20
3.6. Prosedur Penelitian	21
3.7. Analisa	22
3.7.1. Analisa Hasil Secara Kuantitatif	22
3.7.2. Analisa Hasil Secara Kualitatif	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Kuantitatif	24
4.1.1. Arang	25
4.1.2. Tir dan Lilin	27
4.1.3. Methanol	29
4.1.4. Pengaruh Suhu	31
4.1.5. Pengaruh Waktu	32
4.2. Analisa Kualitatif	34

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	36
2.2. Saran	37

DAFTAR PUSTAKA

INTISARI

Blotong merupakan salah satu limbah padat yang berasal dari Pabrik Gula. Limbah ini berasal dari unit proses pemurnian Nira, tepatnya pada penapisan Nira dengan proses Sulfitasi. Pengolahan limbah blotong selama ini kurang mendapat perhatian, sehingga pemanfaatannya dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Pada umumnya blotong digunakan untuk bahan bakar, dari pembakaran tersebut masih mengandung gas-gas yang berbahaya (gas Hidrogen Sulfid) karena blotong dari proses Sulfitasi masih mengandung belerang.

Pirolisis adalah suatu proses peruraian kimia pada suhu tinggi tanpa berhubungan langsung dengan udara luar, tetapi pengertian ini diperluas menjadi peruraian bahan. Biasanya proses ini digunakan untuk mengolah zat-zat organik yang mengandung Lignosellulosa dan lignin.

Penelitian yang kita lakukan untuk memanfaatkan blotong menjadi bahan bakar cair (Tir + Lilin, Methanol) dan Arang yang ramah lingkungan dengan cara Pirolisis. Blotong kering dimasukkan dalam Reaktor kemudian dipanaskan pada suhu dan waktu tertentu, gas yang keluar dari Reaktor dialirkan ke Cyclon, gas yang mempunyai berat molekul besar (Tir + Lilin) akan menyublim mengembun tertampung pada gelas penampung. Dan Cyclon gas dialirkan ke Kondensor untuk mendapatkan Tir + Lilin yang masih terbawa dan juga Methanol.

Pemanfaatan blotong menjadi bahan bakar cair dan arang dengan cara pirolisis kita dapatkan kondisi operasi yang terbaik pada suhu 400°C dan waktu 60 menit dengan kadar Arang 45,8 %, Tir + Lilin 29,32 % dan Methanol 4,27 %. Dengan nilai kalor Arang 3670 kkal/kg, Tir + Lilin 1670 kkal/kg dan Methanol 1170 kkal/kg.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Dewasa ini pengembangan perkebunan tebu menyebabkan kapasitas produksi gula di Indonesia semakin meningkat pesat. Dengan semakin pesatnya industri gula, menyebabkan kegiatan proses pengolahan dan kegiatan perkebunan tebu, sedikit banyak telah menimbulkan dampak terhadap lingkungan, baik dampak positif maupun dampak negatif. Dampak positif yang timbul antara lain adanya peningkatan pendapatan petani tebu di lahan kering, pembukaan lahan kerja dan sebagainya. Tetapi dampak negatif yang timbul antara lain berasal dari kegiatan pembuangan limbah padat, cair, gas dan penurunan pendapatan petani di lahan sawah.

jenis-jenis limbah yang dihasilkan adalah limbah padat blotong yang berasal dari proses penapisan nira, ampas tebu yang berasal dari pengepresan tebu, abu ketel yang berasal dari sisa pembakaran dari ketel. Limbah cair yang dihasilkan berasal dari air jatuhnya facum filter, air jatuhnya evaporator dan pemasak, air pendingin mesin yang telah terkontaminasi minyak dan ampas, air dari bak pengendapan abu dust collector, air sekrapan dari juice heater/pan pemanas dan dari evaporator, bocoran /tumpahan nira dari stasiun penguapan dan stasiun masakan. Selain itu juga limbah berbentuk tetes dari proses kristalisasi dan sentrifugal. Limbah yang menyebabkan polusi udara berupa debu dan gas buang dari cerobong boiler.

Limbah padat merupakan limbah yang relatif sulit penanganannya dibandingkan limbah lain yang dikeluarkan oleh pabrik gula. Pengolahan limbah padat yang pernah dilakukan adalah ampas tebu, abu ketel dan blotong. Limbah padat yang berwujud ampas tebu dan abu ketel tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan. Karena itu, kedua limbah ini penanganannya lebih mudah dibandingkan dengan blotong. Limbah blotong selain mengandung bahan-bahan kimia, juga jumlahnya relatif besar. Blotong adalah limbah yang dihasilkan pada unit proses penapisan nira. Jumlah limbah blotong ini sangat banyak, yaitu kira-kira ± 60 ton/hari dari kapasitas giling 2000 ton /hari. Blotong ini sering menimbulkan masalah pada masyarakat di sekitar pabrik, karena cara pembuangannya yang masih ditimbun di area pabrik, di pinggir jalan kampung dan dekat dengan perumahan penduduk. Akibat dari itu, menyebabkan timbulnya bau yang tidak menyenangkan. Keadaan ini menjadi lebih parah bila musim hujan, karena blotong sering terikut aliran air hujan dan masuk ke sungai. Apabila resapan air yang berasal dari penimbunan blotong masuk ke tanah dapat mengakibatkan pencemaran air tanah. Resapan air yang bersal dari penimbunan blotong menyebabkan pada radius ± 50 m, air sumur penduduk (sumur dangkal) berwarna kuning kehitaman, yang disebabkan dampak negatif dari limbah blotong.

Melihat kenyataan bahwa jumlah limbah blotong yang demikian banyak dan masih menyebabkan pencemaran lingkungan terutama di sekitar pabrik, maka perlu dicari cara untuk mengolah limbah ini menjadi bahan yang bermanfaat.

Pemanfaatan blotong sampai saat ini hanya sebagai bahan bakar setelah dikeringkan, dan sebagai pupuk setelah blotong dibiarkan terderkomposisi dahulu selama ± 1 tahun, kemudian dikemas dalam kemasan-kemasan plastik berukuran 20 x 30 cm, selain itu juga digunakan untuk bioearth.

Blotong sebagai bahan bakar masih menimbulkan masalah karena hasil pembakarannya mengandung beberapa gas yang sangat berbahaya, misalnya hydrogen sulfid dan sulfur dioksid yang berasal dari proses sulfitasi yang menggunakan belerang dioksida untuk memucatkan nira (Bapedal), sehingga tidak hanya bau busuk saja yang ditimbulkan, tetapi juga bau belerang yang sangat tidak menyenangkan dan berbahaya bagi kesehatan.

Penanganan blotong yang sudah pernah dilakukan adalah diolah menjadi bioearth, tetapi pengolahan blotong menjadi bioearth dari segi ekonomi kurang menguntungkan. Hal ini dikarenakan penyimpanannya membutuhkan tempat yang besar dan umur penyimpanan relatif pendek. Pengolahan blotong cara lain, yaitu dengan proses pirolisis yang masih perlu penyempurnaan. Karena proses pirolisis dipengaruhi oleh faktor bentuk slat, variable operasi dan variable perancangan lain.

Penelitian ini dilakukan untuk mengolah limbah pabrik gula (blotong) dengan proses pirolisis yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan atau yang menghasilkan bahan bakar cair dan arang yang tidak berbahaya bagi lingkungan.

Penelitian ini terlebih dahulu digunakan untuk menentukan kondisi operasi yang sesuai dan data-data yang diperlukan untuk rancang bangun alat pirolisis.

1.2. Perumusan Masalah

1. Bahan bakar cair yang didapatkan dari proses pirolisis ini bisa digunakan sebagai alternatif dari bahan bakar yang selama ini telah ada.
2. Persoalan limbah di Pabrik Gula hams segera diatasi maka diperlukan penanganan lebih lanjut sehingga memberikan nilai tambah, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan blotong menjadi bahan bakar cair dan arang dengan proses pirolisis.

1.3. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi proses pirolisis yang optimal agar diperoleh bahan bakar cair dan arang blotong yang maksimum.

1.4. Manfaat

Penelitian ini digunakan untuk memanfaatkan limbah blotong sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan dan dapat mengurangi salah satu permasalahan limbah pabrik gula. Disamping itu dengan ditentukannya kondisi operasi yang optimal, maka dapat digunakan sebagai dasar perhitungan rancang bangun alat pirolisis dalam skala komersial.

1.5. Batasan Masalah

Masalah yang akan dibahas adalah tentang pemanfaatan limbah blotong menjadi bahan bakar cair (tirta dan metanol) dan arang yang dapat digunakan sebagai bahan bakar yang tidak mencemari lingkungan dengan cara pirolisis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Umum

Limbah yang dihasilkan oleh industri gula berwujud cair, padat dan gas. Limbah padat bisa berupa ampas tebu, abu ketel dan blotong. Ampas tebu dihasilkan dari proses pengepresan tebu, abu ketel dihasilkan dari sisa pembakaran dari ketel, limbah blotong berasal dari penapisan nira. Proses penapisan nira berasal dari tiga macam proses yaitu sulfitasi, karbonatasi dan defekasi.

Sulfitasi adalah proses penambahan bubuk kapur tohor sampai diperoleh angka PH 8,5 dengan estimasi pemberian sekitar 11 liter bubuk kapur tohor tiap 1000 liter nira kasar. Mula-mula nira kasar dipanasi sampai suhu 70°C dan dimasukkan dalam sulfitor kemudian dituangi dengan bubuk kapur tohor, agar tidak terjadi kerusakan pada gula yang dikandung nira maka waktu pencampuran dilakukan sependek mungkin perlu diturunkan pH-nya secepat mungkin dengan pemberian gas SO_2 . Nira kasar ini dipanaskan sampai suhu 105°C dan diendapkan dalam bak pengendap. Karena jumlah kapur tohor yang diberikan lebih besar dari cara defekasi, maka tingkat pembersihannya lebih baik. Warna nira yang didapat berwarna lebih muda, lebih jernih dan gula yang didapat mempunyai kulit SHS (Superleer Hoof Suiker). Pendidihan nira kasar diatas dimaksudkan selain untuk menghilangkan kemungkinan adanya gas yang masih tersisa juga supaya garam

CaSO_4 , dapat divapkan dan dipisahkan, sebab CaSO_4 ini sangat sukar terbentuk dalam keadaan dingin.

Karbonatasi adalah proses pada nira kasar. Nira kasar pada cam pembersihan ini ditambahkan kurang lebih 100 liter bubur kapur 20°Be sehingga akan dicapai pH 10,5. Angka ini diturunkan dengan pemberian gas CO_2 sehingga pH akan mendekati netral. Kristal CaCO_3 akan terbentuk banyak sekali, sehingga langsung bisa disaring tanpa hams diendapkan terlebih dahulu. Pemisahan zat-zat akan menyebabkan warna nira yang dihasilkan bersih dan jernih, sehingga gula yang diperoleh adalah jenis SHS. Wama gula SHS pada cara karbonatasi lebih putih dan kristalnya lebih besar daripada gula jenis SHS yang diperoleh dengan cara pembersihan nira dengan sulfitasi. Effisiensi cara pembersihan ini, menerangkan total kotoran sisa pada masing-masing cara pembersihan, sangat berpengaruh pada warna produknya.

Defikasi adalah proses yang dilakukan pada larutan nira kasar yang ditambahkan bubur kapur tohor dengan kepekatan 15°Be, sehingga akan tercapai angka pH 7,3 — 7,8. Patokan jumlah kapur tohor yang perlu ditambahkan berkisar antara 5,3 liter kapur tohor 15°Be tiap 1000 liter nira kasar. Pada cara ini tingkatan pembersihan kurang dan gula yang dihasilkan nantinya mempunyai kualitas HS (Hoof Suiker), setelah pemberian kapur tohor selesai, nira ini dipanaskan dan kemudian disaring (BPPI, 1980).

Limbah cair yang paling banyak adalah berwujud tetes, limbah ini berasal dari proses kristalisasi dan sentrifugal. Limbah yang mengkontaminasi udara biasanya berbentuk partikel padat yang berasal dari abu ketel. Sedangkan limbah gas berupa asap yang berasal cerobong ketel, bau belerang dan bau busuk lainnya.

Sistem pengolahan limbah baik cair, padat dan gas yang selama ini telah dilakukan di Pabrik Gula adalah sebagai berikut :

1. Limbah padat

- Pasir / lumpur

Pasir / lumpur merupakan kotoran yang terbawa oleh nira mentah hasil penggilingan. Penanganan limbah ini yaitu dengan membawa nira mentah itu ke bak penampungan nira mentah kemudian dipompa ke Dorr — Clone untuk menghilangkan kotoran berat. Nira berat mengandung pasir / lumpur akan terbawa turun ke dalam bak penyaringan sedangkan nira ringan akan dialirkan ke timbangan. Limbah pasir / lumpur ini lalu dimanfaatkan untuk urug lahan atas permintaan masyarakat.

- Abu ketel uap

Limbah padat ini merupakan sisa pembakaran di stasiun ketel uap. Limbah ini ditampung dengan Ion jeding. Limbah ini dimanfaatkan untuk urug lahan bagi yang memerlukan dan untuk pembuatan pupuk kompos.

- Ampas

Ampas yang dihasilkan pada stasiun gilingan banyak mencemari saluran air yang ada disekitar stasiun gilingan dan ketel. Satu-satunya cara untuk menghindari hal ini maka saluran-saluran air dan ketel diberi tutup pemanas. Ampas hasil akhir yang halus dipergunakan untuk bahan bakar, sebaiknya jalur transportasinya diberi tutup agar dapat menghindari hembusan angin. Ampas ini jugs dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk kompos.

- Blotong

Blotong dihasilkan dari proses penyaringan dan pemisahan nira kotor dan nira bersih. Nira kotor dimasukkan pada bak nira kotor dan dimasukkan ke mixer untuk dicampur dengan ampas halus yang bertujuan untuk menyerap blotong, sehingga gumpalan blotong akan menjadi besar. Semua saluran di sekitar unit penapisan diberi tutup penahan untuk mencegah agar blotong tidak dapat masuk ke limbah cair. Blotong dapat dimanfaatkan sebagai bahan dalam pembuatan pupuk kompos, sebagai bahan bakar dan sebagai bioearth.

- Debu / langes dari ketel uap

Limbah ini merupakan limbah padat berupa debu yang terbawa keluar lewat cerobong asap, ditangkap dengan alat penangkap debu (Dust Collector) yang dipasangkan pada ketel uap. Debu yang ditangkap Dust Collector ini sangat efektif Debu ini kemudian ditampung dalam loci jeding bercampur dengan abu ketel uap.

2. Limbah cair

- Bocoran minyak pelumas

Limbah ini berasal dari pelumas mesin-mesin di stasiun gilingan dan pelumas yang terbawa pada air cucian kendaraan di garasi pabrik. Bocoran minyak pelumas ini dipisahkan dari air limbah di dalam bak penangkap minyak, kemudian ditampung dalam drum-drum untuk dimanfaatkan lagi. Sehingga diharapkan minyak ini tidak terbawa limbah ke sungai buangan.

- **Tetes**

Tetes merupakan limbah cair dari proses kristalisasi dan sentrifugal. Limbah ini bisa dimanfaatkan untuk bahan dalam pembuatan spirtus dan penyedap masakan.

- **Limbah soda**

Limbah ini berasal dari cucian pan-pan penguapan di Pabrik Gula yang kandungan COD dan BOD-nya cukup tinggi. Jumlahnya relatif sedikit dan pengolahannya dilakukan pada Unit Pengolahan Limbah Cair (UPLC) yang ada.

3. Limbah gas

Limbah gas ini berupa asap yang berasal dari cerobong ketel, bau belerang dan bau busuk lainnya. Limbah ini akan mencemari udara apabila tidak segera diatasi. Limbah gas yang berupa asap ditanggulangi dengan pemasangan Dust Collector pada pesawat boiler, sedangkan untuk bau belerang dan bau busuk yang lain ditanggulangi pada alat-alat yang terkait (house keeping).

II.1.1 Blotong

Blotong adalah salah satu hasil limbah padat dari pabrik gula. Limbah ini dihasilkan pada unit proses penapisan atau pemurnian nira. Blotong mempunyai susunan yang sangat bervariasi, misalnya serat 15-30%, abu 9-20% Jilin mentah + lemak (lipid) 5-14%, protein mentah 5-15%, SiO₂ 4-10%, CaO 1-14%, P₂O₅ 1-3%,

MgO 0,5-1,5% (RPL PG. Watoetoelis, 1997). Nilai yang sangat bervariasi ini disebabkan oleh beberapa keadaan yang berbeda, seperti jenis tebu, tanah (tempat tanam), efisiensi penggilingan, dan cara pemurnian nira dalam pabrik. Susunan blotong akan tampak berbeda bila apabila pabrik gula menggunakan cara pemurnian nira berlainan, misalnya pada sulfitasi untuk pemucatan nira. Limbah blotong dari pabrik gula yang menggunakan proses sulfitasi banyak mengandung belerang. Belerang yang ada dalam blotong tidak hanya menyebabkan bau busuk saja, tetapi juga bau belerang yang sangat tidak menyenangkan.

Jumlah limbah blotong ini sangat banyak, yaitu rata-rata ± 60 ton/hari pada kapasitas giling 2000 ton/hari. Pengolahan limbah blotong saat ini kurang mendapat perhatian sehingga pemanfaatannya dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Limbah blotong yang telah dikeringkan umumnya digunakan sebagai bahan bakar. Penggunaan blotong untuk bahan bakar masih menimbulkan masalah, karena hasil pembakaran dari blotong tersebut mengandung beberapa gas yang sangat berbahaya, misalnya hidrogen sulfid (H_2S). Blotong juga pernah dicoba untuk bahan pembuat bioearth, usaha ini masih dalam penelitian terhadap hasil tanam dan jenis tanaman. Bioearth adalah merupakan campuran dari blotong, ampas tebu dan abu ketel. Bioearth ini berguna sebagai pemeliharaan kesuburan tanah dan dapat merehabilitasi tanah, karena mempunyai daya buffer (penyangga) yang tinggi, yaitu menyebabkan tanah yang asam menjadi agak basa dan tanah basa menjadi agak asam.

II.1.2. Proses Pirolisis

Pirolisis adalah suatu peruraian kimia pada suhu tinggi tanpa berhubungan dengan udara, kemudian pengertian ini diperluas menjadi peruraian bahan, karena panas yang berasal dari luar atau yang ditimbulkan oleh proses itu, biasanya proses ini digunakan untuk mengolah zat-zat organik yang mengandung lignosellulose dan lignin, seperti kayu oak, ampas tebu, tempurung kelapa, sekam padi, serbuk gergaji, tongkol jagung, sabut kelapa, sampah plastik, blotong. Suhu peruraian untuk bahan-bahan itu tidak sama. Perubahan yang terjadi melalui tahapan sebagai berikut: pada suhu 100 — 200°C terjadi reaksi endotermik yang mengakibatkan terusnya air dan zat organik yang mudah mengurai. Selanjutnya pada suhu 225 — 275 °C terjadi reaksi eksotermik, akibat peruraian lignosellulose menjadi asam asetat, gas karbon dioksida, gas karbon monooksida, metan dan hidrogen. Asam asetat inumnya berasal dari selulose, terutama hemiselulose, dan metanol berasal dari lignin yang mudah larut. Proses pirolisis umumnya dipengaruhi beberapa faktor antara lain waktu pirolisis, suhu pirolisis, kadar air dan ukuran bahan.

Disamping itu dalam industri petroleum pirolisis sering diistilahkan cracking, yaitu merupakan proses pemecahan rantai carbon untuk memperkecil berat molekul hidrokarbon.

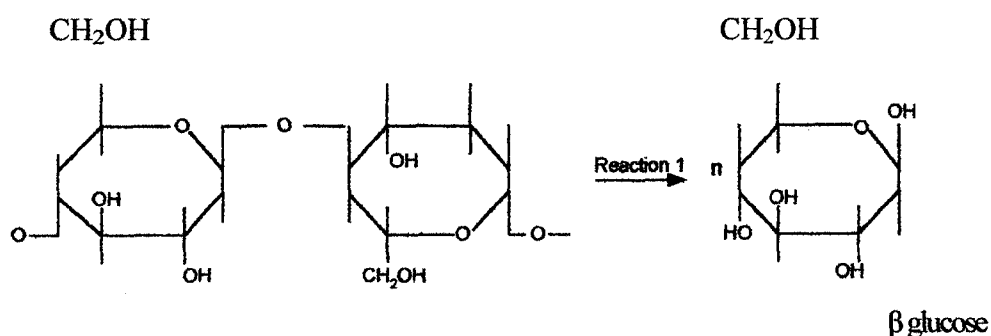
Proses pirolisis ini dibagi menjadi 2 macam, yaitu :

- a) Thermal cracking yaitu pirolisis dengan perlakuan panas.
- b) Catalitic cracking yaitu pirolisis dengan bantuan katalis.

II.2. Landasan Teori

Pirolisis telah lama dilakukan dengan menggunakan bahan baku dan kondisi operasi yang berbeda. Untuk penentuan kondisi operasi yang terbaik agar didapatkan hasil yang maksimal didasarkan pada penelitian sebelumnya, yaitu :

- Agra 1977, pirolisis sekam padi dengan kondisi operasi suhu 285°C - 450°C , waktu 7-30 menit dan hasil yang didapatkan arang, tir, asam asetat, metanol.
 - Agra 1973, pirolisis tempurung kelapa dengan kondisi operasi suhu 468°C - 724°C , waktu 10-60 menit dan hasil yang didapatkan arang, fir, asam asetat, metanol.
 - Mulyadi 1989, pirolisis blotong dengan kondisi operasi suhu 280°C - 395°C , waktu 45-120 menit dan hasil yang didapatkan arang, metanol, tir dan
 - J.P.Girard, pirolisis` sellulosa dan hemisellulosa. Sellulosa adalah makromolekul linear dari kondensasi struktur heterocyclic, yang masing-masing berhubungan dengan sebuah molekul glukosa. Struktur rantainya berisi 100 — 1000 bagian glukosa. Proses pirolisis sellulosa dibagi 2 tahap, yaitu
1. Reaksi 1 adalah hidrolisis asam diikuti pengeringan sampai terbentuk β glukosa.



2. Reaksi 2 yang penting adalah pembentukan asam asetat dan homologuesnya, air, metanol, sedikit furan dan phenol. Reaksinya adalah sebagai berikut :

$n \beta$ glukosa Re aksi2 $>$ CH_3COOH dan homologuesnya

CH_3OH , H_2O , sedikit furan dan phenol

Hemisellulosa adalah nama untuk polisakarida kayu. Hemisellulosa terdiri dari pentosan $(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4)_n$ dan hexosan $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ dan rata-rata perbandingannya bervariasi tergantung dari jenis kayunya. Pentosan terdiri dari xylan dan araban, yang mana berbeda unit dasar molekulnya. Xylan umumnya lebih banyak dari araban. Pirolisis pentosan yang utama adalah pembentukan furfural, furan dan rantai panjang asam carboxylic. Hexosan sendiri terdiri dari mannan dan galactan, yang merupakan unit dasar marmose dan galactose. Pirolisis hexosan yang utama adalah pembentukan asam asetat dan homologueusnya seperti pirolisis sellulosa.

Blotong adalah limbah padat dari proses penapisan nira. Blotong tersusun dari serat 15-30%, CaCO_3 1-14%, SO_2 4-10% dan nira 1-3%. Serat sendiri terdiri dari sellulosa dan hemisellulosa. SO_2 dan CaCO_3 yang ada pada blotong bila bereaksi akan membentuk gas CaSO_3 , CaSO_4 , CO_2 yang merupakan gas buangan dari pirolisis blotong ini.

Proses pirolisis umumnya dipengaruhi beberapa faktor antara lain waktu pirolisis, suhu pirolisis, kadar air dan ukuran bahan. Gas hasil pirolisis blotong proses sulfitasi mengandung hidrogen sulfida, karena terjadi reaksi antara lilin dengan belerang selama proses pirolisis itu berlangsung.

Produk pirolisis dipengaruhi oleh jenis blotong, waktu pirolisis, suhu, ukuran partikel dan berat blotong.

Faktor-faktor atau kondisi yang mempengaruhi proses pirolisis dengan bahan baku blotong adalah sebagai berikut :

a. Jenis blotong

Jenis blotong dapat ditentukan dari proses pembentukannya, yaitu proses sulfitasi, proses karbonatasi atau pada proses defekasi, karena apabila prosesnya berbeda, maka kandungan dari blotong tersebut juga berbeda. Hasil pirolisis blotong dari proses yang sama dan dengan kondisi operasi yang sama, mungkin juga menghasilkan produk dengan kualitas dan kuantitas yang berbeda. Hal ini disebabkan karena kandungan blotong bervariasi dari suatu tempat lokasi perkebunan tebu ke lokasi perkebunan tebu yang lain. Selain itu kandungan/kadar air yang ada dalam blotong juga sangat berpengaruh.

b. Waktu

Waktu mempengaruhi produk yang akan dihasilkan, karena semakin lama waktu proses pirolisis berlangsung, produk yang dihasilkannya (bahan bakar cair dan arang) makin naik, tetapi jika melebihi waktu optimal maka karbon akan beroksidasi oleh oksigen (terbakar), menjadi karbondioksida dan abu. Penentuan waktu optimal pada proses pirolisis sangatlah penting. Jadi perpanjangan waktu pemanasan hanya sedikit sekali peranannya dalam mempengaruhi produk yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh proses peruraian dan pengusiran zat — zat yang mudah menguap, serta oksidasi permukaan zat padat, terjadi terutama menjelang dan pada saat tercapainya suhu maksimum.

c. Suhu

Suhu sangat mempengaruhi produk yang dihasilkan, karena semakin tinggi suhu maka tir dan Min serta metanol yang dihasilkan akan semakin banyak, tetapi semua itu ada batasannya yaitu dimana pada suhu dan waktu tertentu hasil yang diharapkan tidak keluar lagi. Semakin tinggi suhu arang yang dihasilkan tidak baik, karena adanya penguraian lignoselulose lebih lanjut.

d. Ukuran partikel

Ukuran partikel berpengaruh terhadap hasil. Makin besar ukuran partikel luas permukaan persatuan berat makin kecil sehingga proses karbonisasi berlangsung lambat.

e. Tekanan

Pengaruh tekanan akan berlawanan dengan perubahan suhu sesuai dengan Hukum Gas Ideal.

f. Berat Blotong

Semakin banyak blotong yang dimasukkan, menyebabkan hasil bahan bakar cair dan arang meningkat. Jumlah maksimum hasil bahan bakar cair dan arang yang dapat dicapai sangat dipengaruhi oleh jumlah panas atau kalor pembentukan arang.

II.3. HIPOTESA

Waktu dan suhu pirolisis berpengaruh terhadap jumlah arang dan bahan bakar cair yang dihasilkan.

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1. Bahan yang digunakan

a. Blotong (berasal dari PG Watoe Toelis, Krian - Sidoarjo) Dengan komposisi :

1. Air	: 8,76 %	2. Belerang : 5,62 %
3. Abu	: 10,82 %	4 . CaCO ₃ : 9,46 %
5. Serat	: 29,93 %	6 . Nira : 2,67 %

b. NaOH (1 N)

III. 2. Mat — Mat yang digunakan

- | | |
|---------------|---------------|
| a. Reaktor | b. Kompor gas |
| c. Gelas ukur | d. Cyclone |
| e. Kondensor | f. Erlenmeyer |
| g. Timbangan | |

III. 3. Variabel penelitian

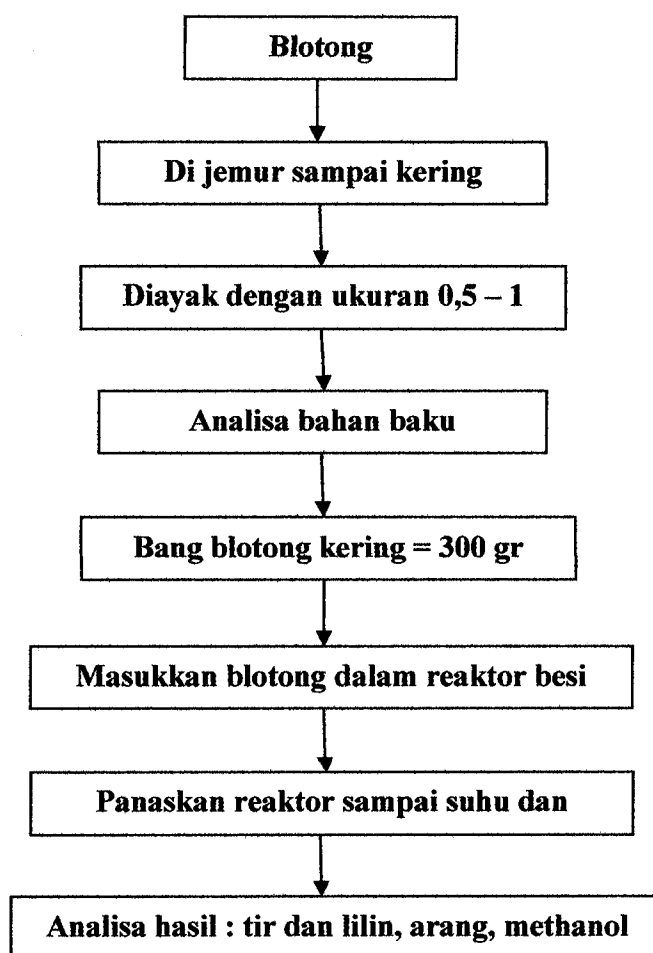
III. 3.1. Variabel tetap

1. Blotong seberat 300 gr.
2. Jenis blotong dari proses sulfitasi.
3. Ukuran partikel lolos ayakan 0,5 —1,0 cm.

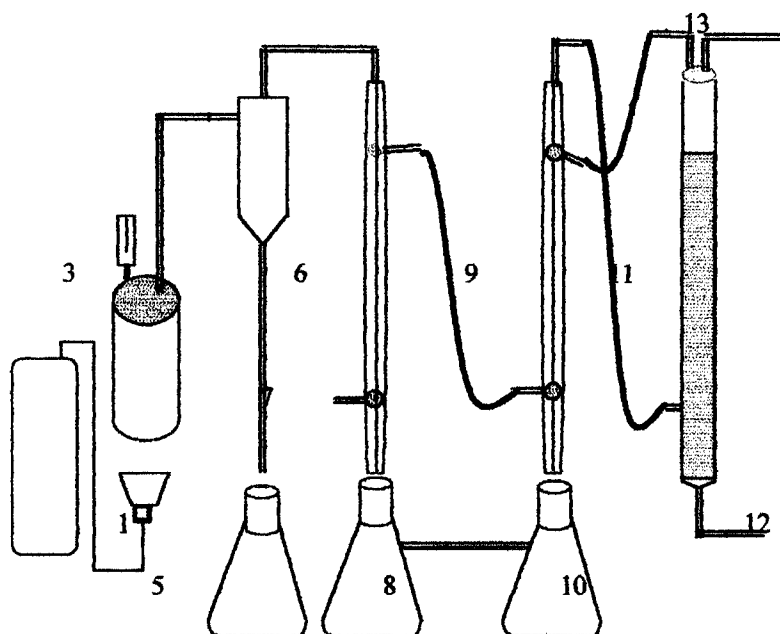
III. 3.2. Variabel berubah

1. Variasi waktu kisaran 20 - 60 menit, masing-masing kenaikan waktu yang digunakan 10 menit.
2. Variasi suhu antara 280 - 400 °C, masing-masing kenaikan suhu yang digunakan 30 °C

III.4. Diagram Alir Penelitian



III.5. Gambar susunan alat



Gambar : Susunan Alat Pirolisis

Keterangan gambar

1. Kompor minyak
2. Reaktor
3. Termokopel
4. Cyclone
5. Penampung no 1
6. Kondensor no 1
7. Air pendingin masuk
8. Penampung no 2

- 9. Kondensor no 2
- 10. Penampung no 3
- 11. Kolom berpacking
- 12. Air pendingin keluar 13.
- Gas keluar

III.6. Prosedur Penelitian

- 1. Pasang Oat seperti pada gambar
- 2. Timbang blotong dengan berat 300 gram.
- 3. Masukkan blotong yang telah ditimbang kedalam reaktor.
- 4. Alirkan air pendingin pada kondensor
- 5. Panaskan reaktor dengan jalan menyalakan kompor minyak sampai suhu reaktor yang diinginkan tercapai dengan cara melihat termokopel. Setelah suhu yang diinginkan tercapai, suhu dijaga konstan selama waktu tertentu dengan cara mengatur nyala api pada kompor.
- 7. Setelah waktu tercapai matikan kompor kemudian ambil hasil pada masing-masing penampung.

III.7. Analisa

III.7. 1. Analisa bahan baku

Timbang blotong seberat ± 10 gram (a gram) sebanyak 3 sampel. Masukkan dalam oven, panaskan sampai suhu 105°C . Agar semua kadar air, dapat teruapkan, pemanasan dilaksanakan kira-kira 60 menit. Selanjutnya sampel didinginkan dalam desikator. Setelah dingin sampel ditimbang (b gram). Kadar air dalam sampel ditentukan dengan persamaan $a-b$. 100 %

Bahan baku yang akan digunakan diambil untuk dianalisa untuk mengetahui komposisi dari bahan baku, karena peralatan yang tidak ada maka bahan baku dianalisis di BPPI Surabaya.

III.7.2. Analisa basil

III.7.2.1. Analisa basil secara kuantitatif

Pada analisa kuantitatif ini yang akan dicari adalah persen berat dari masing — masing hasil yaitu methanol, tir dan Jilin serta arang yang diperoleh dari basil pirolisis dengan cara sebagai berikut :

1. Untuk tir dan Jilin diambil langsung 'dari penampung no.1 kemudian dihitung berat kemudian dihitung kadarnya.
2. Untuk methanol diambil dari penampung no. 3 yaitu dengan cara cairan distilat dinetralkan dengan NaOH dan disuling sampai diperoleh embunan sejumlah volume tertentu. Embunan ini ditentukan berat jenisnya dengan piknometer selanjutnya kadar metanol dapat ditentukan.

3. Arang diambil dari reaktor setelah reaktor didinginkan, berat arang dihitung langsung dengan cara menimbang langsung pada neraca kasar.

Cara perhitungan hasil secara kuantitatif :

$$\% \text{ hasil} = \frac{\text{berat basil (gram)}}{\text{berat mula — mula (gram)}} \times 100 \%$$

III.7.2.2. Analisa hash' secara kualitatif

Analisa hasil secara kualitatif pada penelitian ini meliputi kadar kalor dari arang dan tir serta komposisi dari tir dan methanol hasil pirolilis. Bahan yang akan dilakukan analisa adalah hasil dari pirolisis pada suhu 400 dan waktu 60 menit dan analisa dilakukan di BPPI Surabaya.

BAB IV

BASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dari pemanfaatan blotong menjadi bahan bakar cair dan arang dengan cara pirolisis didapatkan arang, methanol, tir dan arang merupakan blotong yang tertinggal setelah proses pirolisis sedangkan methanol, tir dan lilin merupakan basil oksidasi zat-zat organik penyusun blotong.

Proses pirolisis blotong menjadi arang, methanol, tir dan lilin dengan hasil yang berbeda — beda untuk tiap kondisi operasi. Dari basil yang didapat, kita analisa secara kualitatif dan kuantitatif.

IV.I. ANALISA KUANTITATIF

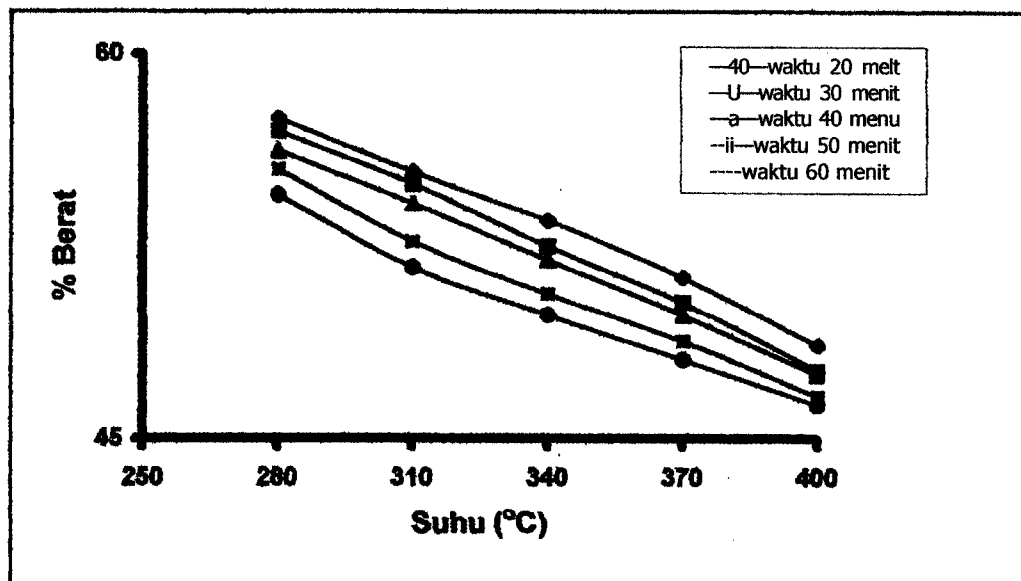
Hasil penelitian yang kita lakukan pada pirolisis blotong menjadi bahan bakar cair dan arang, supaya lebih mudah dimengerti maka hasilnya akan dibuat tabel dan grafik. Oleh karena itu hasilnya diubah dalam bentuk prosentase basil dengan membandingkan hasil (gram) dengan bahan mula mula (gram).

Analisa kuantitatif dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu terhadap basil pirolisis blotong pada tiap kondisi operasi, sehingga untuk mendapatkan basil pirolisis yang terbaik maka perlu diketahui kondisi operasi yang optimal (suhu dan waktu terbaik).

IV.1.1. ARANG

Tabel 4.1. Pengaruh suhu dan waktu terhadap hasil pirolisis (arang) dengan berat blotong 300 gram dalam persen berat.

Waktu (menit)	Suhu (°C)	% Berat
20	280	57,47
	310	55,40
	340	53,52
	370	51,31
	400	48,67
30	280	56,97
	310	54,93
	340	52,51
	370	50,33
	400	48,16
40	280	56,23
	310	54,17
	340	51,97
	370	49,83
	400	47,51
50	280	55,51
	310	52,67
	340	50,66
	370	48,82
	400	46,97
60	280	54,53
	310	52,64
	340	49,83
	370	49,17
	400	45,83



Grafik 4.1. Grafik Pengaruh suhu dan waktu terhadap arang pada proses pirolisis.

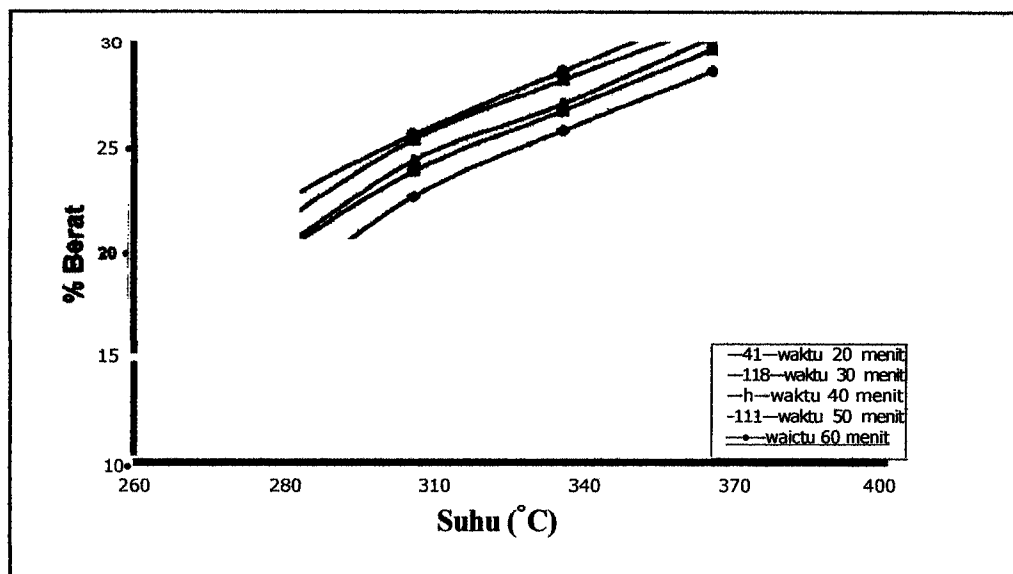
Berdasarkan grafik 4.1. terlihat bahwa semakin tinggi suhu pemanasan kadar arang yang didapat semakin menurun. Hal ini disebabkan zat zat organik penyusun blotong banyak teroksidasi sehingga berat arang yang didapat semakin ringan. Pada suhu 400 °C zat penyusun blotong sudah habis teroksidasi ditandai dengan menetesnya tir + Jilin dan methanol sangat lambat sekali.

Demikian juga dengan waktu pemanasan semakin lama waktu pemanasan maka kadar arang yang didapat semakin turun, karena zat-zat organik penyusun blotong banyak teroksidasi yang mengakibatkan berat arang semakin ringan, sampai akhirnya pada waktu 60 menit tir, Jilin dan methanol yang menetes sangat lambat. Dui proses tersebut kadar arang yang paling sedikit didapat pada suhu 400 °C dengan waktu 60menit.

IV.1.2. TIR dan LILIN

Tabel 4.2. Pengaruh suhu dan waktu terhadap hasil pirolisis (tir dan Min) dengan berat blotong 300 gram dalam persen berat.

Waktu (menit)	Suhu (°C)	% Berat
20	280	10,74
	310	14,93
	340	20,25
	370	23,12
	400	26,21
30	280	12,16
	310	15,95
	340	21,36
	370	23,76
	400	27,32
40	280	13,25
	310	17,41
	340	23,11
	370	25,95
	400	28,72
50	280	14,17
	310	14,59
	340	23,11
	370	25,95
	400	28,72
60	280	14,96
	310	19,64
	340	23,65
	370	26,52
	400	29,32



Grafik 4.2. Grafik Pengaruh suhu dan waktu terhadap tir dan lilin pada proses pirolisis.

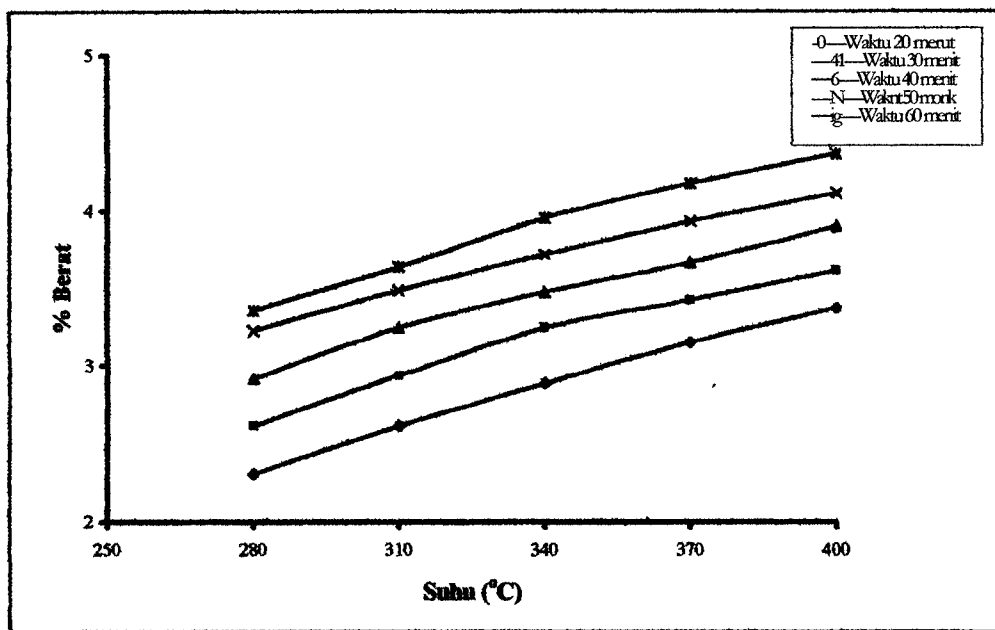
Berdasarkan grafik 4.2 terlihat bahwa semakin meningkatnya suhu, semakin banyak tir dan Jilin yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu semakin banyak zat organik yang teroksidasi. Pada suhu 280 °C zat organik penyusun blotong mulai teroksidasi menjadi tir dan lilin yang ditandai dengan menetesnya cairan berwarna gelap yang disertai dengan gumpalan berwarna gelap. Sehingga pada suhu 400 °C zat organik penyusun blotong telah habis teroksidasi.

Demikian pula pada waktu pemanasan blotong, semakin lama waktu pemanasan maka semakin banyak tir dan Jilin yang dihasilkan, karena semakin banyak zat organik penyusun blotong yang teroksidasi. Sehingga pada waktu 60 menit zat organik penyusun blotong telah habis teroksidasi. Hasil tir dan Jilin yang terbaik pada suhu 400 °C dengan waktu 60 menit.

IV.1.3. METHANOL

Tabel 4.3. Pengaruh suhu dan waktu terhadap hasil pirolisis (methanol) dengan berat blotong 300 gram dalam persen berat.

Waktu (menit)	Suhu (°C)	% Berat
20	280	2,31
	310	2,62
	340	2,89
	370	3,16
	400	3,38
30	280	2,63
	310	2,94
	340	3,25
	370	3,43
	400	3,64
40	280	2,92
	310	3,26
	340	3,48
	370	3,67
	400	3,94
50	280	3,23
	310	3,49
	340	3,72
	370	3,94
	400	4,21
60	280	3,36
	310	3,64
	340	3,96
	370	4,18
	400	4,37



Grafik 4.3. Grafik Pengaruh suhu dan waktu terhadap methanol pada proses pirolisis.

Berdasarkan grafik 4.3 terlihat bahwa semakin meningkatnya suhu pemanasan, methanol yang dihasilkan juga semakin meningkat, menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu semakin banyak bahan organik yang teroksidasi menjadi methanol. Sehingga pada suhu 400 °C didapatkan kadar methanol yang terbaik, karena pada suhu tersebut zat organik penyusun blotong telah habis teroksidasi.

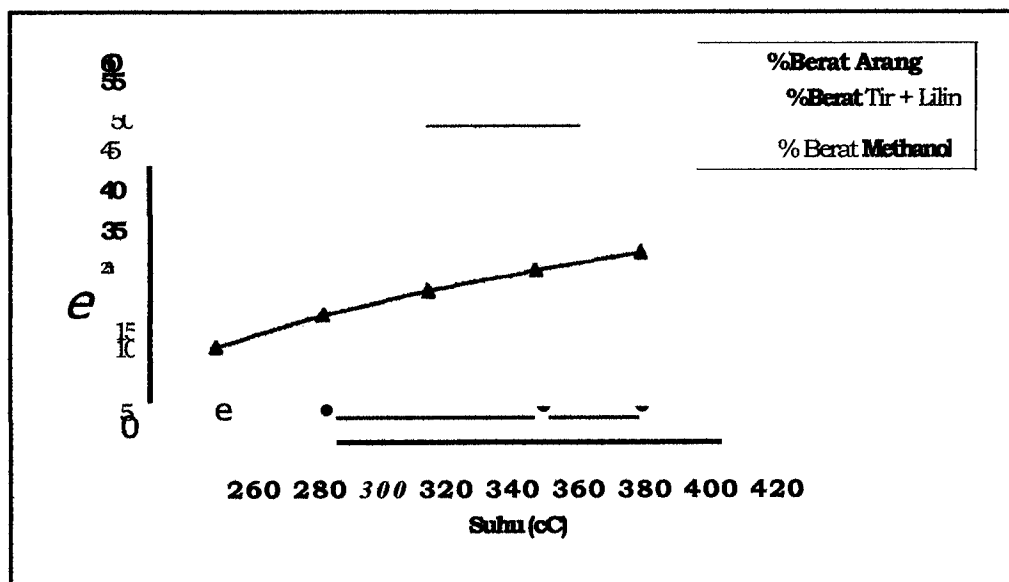
Sedangkan semakin lama waktu pirolisis methanol yang dihasilkan juga semakin meningkat, karena semakin banyak zat organik yang teroksidasi menjadi methanol. Sehingga pada waktu 60 menit merupakan waktu pemanasan yang maksimal, karena pada waktu tersebut didapatkan kadar methanol terbaik. Dari proses pirolisis blotong kadar methanol yang terbaik didapatkan pada suhu 400 °C dengan waktu 60 menit.

IV.1.4. PENGARUH SUHU

Tabel 4.4. Pengaruh Suhu terhadap hasil proses Pirolisis

(Blotong berat 300 gr, waktu 60 menit)

Suhu (°C)	hasil (% berat)		
	Arang	Tir + Lilin	Methanol
280	48,67	26,21	25,38
310	48,16	27,32	3,62
340	47,50	27,93	3,9
370	46,97	28,72	4,12
400	45,83	29,32	4,37



Berdasarkan grafik 4.4 terlihat bahwa semakin meningkatnya suhu pemanasan blotong maka arang yang didapatkan semakin turun, sedangkan untuk methanol, tir dan lilin semakin meningkat. Hal ini disebabkan semakin tingginya suhu, semakin banyak zat-zat penyusun blotong yang teroksidasi dan tersuling keluar, sampai akhirnya pada suhu 400 zat-zat penyusun blotong telah habis teroksidasi..

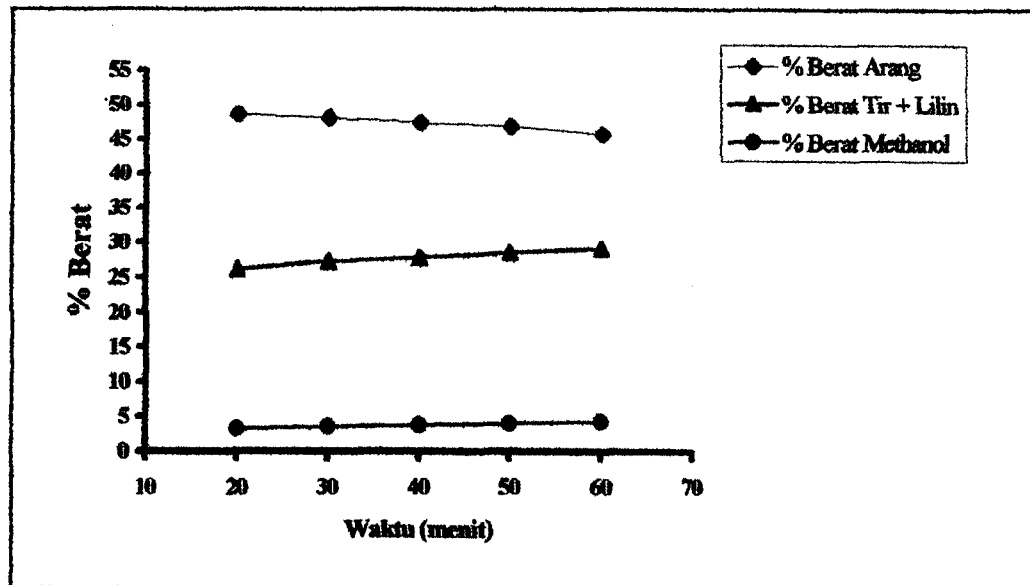
Proses pirolisis blotong pada suhu 400 °C didapatkan hasil arang 45,83 %, tir + Lilin 29,32 % dan methanol 4,37 %, jadi pada suhu tersebut merupakan kondisi yang optimal.

1V.1.5. PENGARUH WAKTU

Tabel 4.5. Pengaruh Waktu terhadap hasil proses Pirolisis

(Blotong berat 300 gr, suhu 400 °C)

Waktu menit	Hasil (% Berat)		
	Arang	Tir + Lilin	Methanol
20	54,43	14,96	3,36
30	51,64	19,64	3,64
40	49,83	23,65	3,96
50	49,17	26,52	3,18
60	45,83	29,32	4,37



Grafik 4.5. Grafik pengaruh waktu terhadap basil proses pirolisis

Berdasarkan grafik 4.5 terlihat bahwa semakin bertambahnya waktu proses pirolisis arang yang didapatkan semakin turun, sedangkan untuk tir dan Jilin dan methanol semakin meningkat. Hal ini disebabkan semakin bertambahnya waktu, maka semakin banyak zat-zat penyusun blotong yang mudah teroksidasi semakin sempurna, sampai akhirnya pada waktu 60 menit zat-zat penyusun blotong telah habis terurai.

Proses pirolisis blotong pada waktu 60 menit didapatkan hasil arang 45,83 %, tir dan Jilin 29,32 % dan methanol 4,37 %, jadi waktu tersebut merupakan kondisi operasi yang optimal.

IV.2. ANALISA KUALITATIF

Hasil penelitian dari pemanfaatan blotong menjadi bahan bakar cair dan arang yang kita lakukan, maka basil terbaik kita dapatkan pada suhu 400 dan waktu 60 menit. Untuk analisa kualitatif, kita analisis di BPPI

Surabaya untuk mengetahui komposisi yang ada pada arang , tir dan lilin dan methanol.

➤ **ARANG**

1. Abu : 8,64 %
2. Air 1,70 %
3. Karbon : 88,42 %
4. Nilai Kalor : 3670 kkal/kg

➤ **TIR DAN LILIN**

1. Abu : 1,14 %
2. Air 5,82 %
3. Lilin : 6,32 %
4. Lemak 7,45 %
5. Asam asetat : 1,25 %
6. Methanol : 0,28 %
7. Selulosa : 21,48 %
8. Nilai Kalor : 3670 kkal/kg

➤ **METHANOL**

1. Abu : 0,16 %
2. Methanol : 4,85 %
3. Aldehid : 3,26 %
4. Nilai Kalor : 3670 kkal/kg
5. Phenol

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

VI Kesimpulan

1. Blotong dapat dibuat menjadi arang, tir dan Win serta metanol dengan proses pirolisis dengan cara batch.
2. Faktor yang berpengaruh pada proses pirolisis blotong adalah komposisi blotong, ukuran partikel, waktu dan suhu.
3. Semakin tinggi suhu semakin banyak tir dan Jilin serta metanol yang dihasilkan. Pada suhu maksimum 400 zat organik penyusun blotong sudah terurai semua menjadi tir dan Jilin serta metanol. Demikian juga untuk waktu pirolisis, semakin lama waktu semakin banyak tir dan Jilin serta metanol yang dihasilkan tetapi arang yang dihasilkan semakin sedikit. Tetapi jika melebihi waktu optimal karbon akan beroksidasi oleh oksigen menjadi karbondioksida dan abu sehingga dalam proses ini perlu ditentukan waktu optimalnya.
4. Hasil arang yang paling besar didapatkan pada suhu 280 °C dan waktu 20 menit. Sedang hasil tir dan Jilin serta metanol yang paling besar didapat pada 400 °C dan waktu 60 menit.
5. Tir dan Jilin yang dihasilkan ternyata dari uji laboratorium masih mengandung banyak senyawa organik yang bisa dimanfaatkan kembali.

6. Dengan menggunakan blotong 300 gram kering, keadaan proses yang relatif baik pada penelitian ini dijumpai pada waktu 60 menit dan suhu 400 °C. Pada keadaan ini diperoleh hasil arang 45,83 %, Jilin dan tir 29,32 %, methanol 4,27 %. Dengan nilai kalor arang 3670 kkal/kg, Win dan tir 1670 kkal/kg dan methanol 1170 kkal/kg.

V2 Saran

Selanjutnya perlu diadakan penelitian serupa tentang pengolahan blotong secara pirolisis untuk menentukan data kinetiknya yang dapat digunakan sebagai dasar perhitungan rancang bangun alat pirolisis dalam skala komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Agra I.B., Warnijati S. dan Arifin Z., 1973, " Karbonasi Tempurnng Kelapa Disertai Penambahan Garam Dapur ", Forum Tehnik 3, 23 - 33.
- Badan Pengelola Dampak Lingkungan, 1989, " KOnsep DAS Ar PthabgAtiati Limbah Cair Industri Gula ", BAPEDAL, Bandung.
- Balai Pusat Pengembangan Industri, 1980, " Pembuatan Gula Dari Nisi? ", BPPI, Surabaya.
- Griffin R.C., 1955, " Technical Methods of Analysis , pp. 119 — 121, Elsivier Publishing Company, Amsterdam.
- J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbot, 1996, " Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics ", Fifth Edition, The Mc. Gravy Hill Companies. inc, Singapore.
- Maron Samuel H. and Lando Jerome B., 1974, " Fundamentals Of Physical Chemistry ", Macmillan Publishing Co. Inc., New York.
- Ivlulyadi E., 1989, " Pirolisis Blotong Kering ", Makalah Seminar WTEK.
- Othmer D.F. and Fernstrom G.A., 1943, " Destructive Distillation of Bagase ", Ind. Eng Chem, 312 — 317.
- Paturau J.M., 1960, " By Product of Cane Sugar Industry ", pp. 119 — 121, Elsivier Publishing Company, Amstredam.
- PT. HSW International, 1997, Rencana Pemantauan Lingkungan Perkebunan Tebu dan Pabrik Gula Watoetoelis ", Jakarta.
- Riegel J., 1960, " Riegel's Handbook Of Industrial Chemistry ", pp. 563 — 567, Mc. Graw Hill Book Company, Singapore.
- Robert S. Brodkey and Harry C. Hershey, 1988, Transport Phenomena A Unified Approach ", Mc. Graw Hill Book Company, Singapore.